

Tagungsbeitrag zu:

Jahrestagung der DBG, Kommission I

Titel der Tagung:

Böden – Lebensgrundlage und Verantwortung

Veranstalter: DBG**Termin und Ort der Tagung:** 7. – 12. September 2013, RostockBerichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation); <http://www.dbges.de>

Untersuchungen der Uferstabilität der Tideelbe im Projekt ElbStabil

Thomas Neugebauer¹, Nina Stoppe¹, Wibke Baumgarten¹, Elmar Fuchs², Rainer Horn¹

Zusammenfassung

Über Messungen auf der Meso- und Mikroskala sollen Parameter bestimmt werden, die mittels einer Pedotransferfunktion die Bodenstabilität an der Tideelbe vorherzusagen ermöglicht.

Schlüsselworte: Uferstabilität, zyklische Belastung, Pedotransferfunktion, Tideelbe

Einleitung

Die Tideelbe ist eine wichtige Bundeswasserstraße zwischen der Nordsee und dem Hamburger Hafen. Wiederholte Anpassungen der Fahrrinntentiefe in den letzten Jahrzehnten führten zu signifikanten Veränderungen der Hydromorphie der Böden im Bereich der Tideelbe. Diese Regulierung ist jedoch notwendig, um modernen Containerschiffen mit Tiefgängen von bis zu 15 m bei Flut den Zugang zum Hamburger Hafen zu ermöglichen. Hier bei gilt es auch den von Schiffen erzeugten Wellenschlag zu berücksichtigen, der zu einer Erosion im Uferbereich führen kann. Im Projekt ElbStabil werden die Auswirkungen des Wellenschlags auf die Uferstabilität untersucht.

Anhand von Messungen auf der Mesoskala (Stechzylinder) (zyklische Be-

lastung, Vorbelastung und Scherung) und der Mikroskala (Rheometrie) sollen Parameter für eine Pedotransferfunktion zur Bestimmung der Bodenfestigkeit ermittelt werden, anhand der eine Bodenstabilitätskarte der Tideelbe erstellt werden soll. Hierbei sollen ufernahe Bereiche ausgewiesen werden, die in einen naturnahen Zustand ohne Erosionsprobleme zurück gebaut werden können.

Material und Methodik

Zur Bestimmung der Uferstabilität wurden von Elb-km 594 (östlicher Standort) bis Elb-km 713 (westlicher Standort) an 23 Standorten, ungestörte, strukturierte Stechzylinderproben (236 cm³) entnommen. An jedem Standort wurden ein „Grünland“ Profil über mThw (mittleres Tidehochwasser), ein „Röhricht“ Profil an der Grenze zum mThw und ein „Watt“ Profil zwischen mThw und mTnw (mittleres Tideniedrigwasser) angelegt. Das Grünland Profil wurde in den Tiefen 10, 30, 50 und 70 cm beprobt, das Röhricht Profil in den Tiefen 10, 30 und 50 cm und das Watt Profil in den Tiefen 10 und 30 cm (Abb. 1)

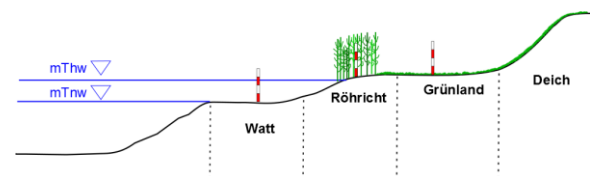


Abb. 1: Lage der Profile im Gelände

Die Proben wurden auf -6 kPa vorentwässert und in einer pneumatischen Drucksetzungsanlage zyklisch belastet. Eine Messung bestand aus 50 Zyklen mit einer Auflast von 20 kPa (Führböter, 1991) wobei jeder Zyklus aus 30 Sekunden Belastung und 30 Sekunden Entlastung bestand, was die Uferbelastung durch Schiffswellen simulieren soll. Die Kompressibilität der Proben wurde über den Kompressibilitätsindex (c_n) nach Peth und Horn, 2006 bestimmt. Dabei stehen kleine c_n -Werte für eine große Stabilität und große c_n -Wert für eine geringe Stabilität.

¹ Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde, Christian-Albrechts-Universität, Kiel

² Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz

Ergebnisse

Der Kompressibilitätsindex ist von der Textur abhängig. Die Ergebnisse sind nach Reinsanden (Abb.2, 3, 4) und Tonen (Abb. 5, 6) getrennt aufgeführt. Die Abb.2 zeigt die Änderung des Kompressibilitätsindex in Abhängigkeit der Lagerungsdichte für Reinsande. in Oberboden (10 cm) und Unterboden (≥ 30 cm).

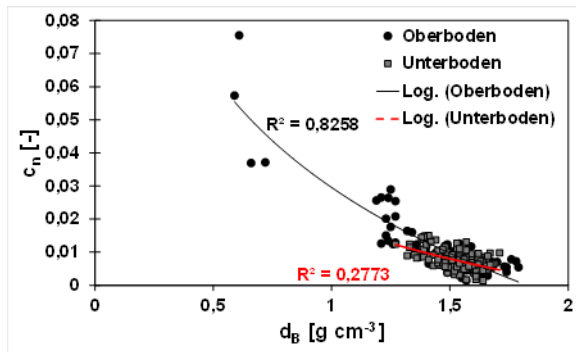


Abb. 2: Gegenüberstellung des Kompressibilitätsindex und der Lagerungsdichte für Reinsande, in Oberboden (10cm) und Unterboden (30, 50, 70 cm). Daten aus Grünland-, Röhricht- und Wattprofilen.

Bei Reinsanden (Abb.2). konnte eine Korrelation zwischen dem Kompressibilitätsindex und der Lagerungsdichte im Oberboden nachgewiesen werden. Im Unterboden besteht keine Korrelation zwischen Kompressibilitätsindex und Lagerungsdichte. Ausserdem wird die Korrelation zwischen dem Kompressibilitätsindex und der Lagerungsdichte mit zunehmender Tiefe schlechter (Abb. 3).

Im Ober- und Unterboden nimmt der c_n -Wert mit abnehmender Lagerungsdichte zu. Der Unterboden hat insgesamt niedrigere c_n -Werte.

Im Oberboden der Reinsande konnte eine Korrelation zwischen dem c_n -Wert und Humusgehalt festgestellt werden (Abb. 4), im Unterboden besteht diese Korrelation nicht. Im Oberboden kommt es mit zunehmendem Humusgehalt zu steigenden c_n -Werten bei Reinsanden. Im Unterboden hat der Humusgehalt keinen Einfluss auf den c_n -Wert, die Werte bleiben alle unter 0,01.

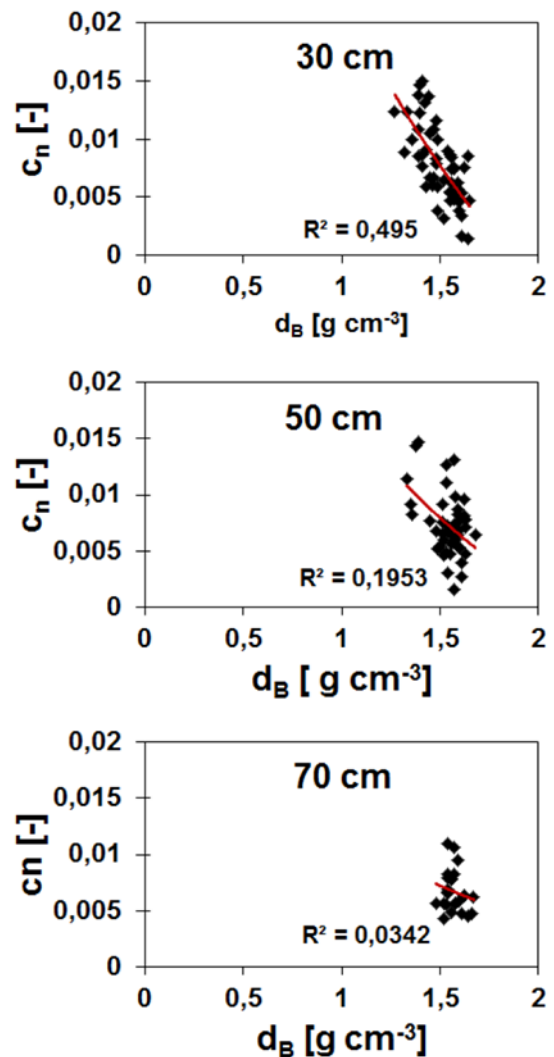


Abb. 3: Gegenüberstellung des Kompressibilitätsindex und der Lagerungsdichte für Reinsande im Unterboden.

In den tonigen Substraten besteht sowohl im Oberboden als auch Unterboden eine Korrelation zwischen dem c_n -Wert und der Lagerungsdichte (Abb. 5). Die c_n -Werte nehmen hier mit abnehmender Lagerungsdichte zu.

Die Abb. 6 zeigt den c_n -Wert in Abhängigkeit des Humusgehaltes im Ober- und Unterboden. Hier ist aufgrund der bisher geringen Datengrundlage noch keine Korrelation zwischen den beiden Werten möglich, aber erste Datenpunkte zeigen das mit steigenden Humusgehalt der c_n -Wert größer wird.

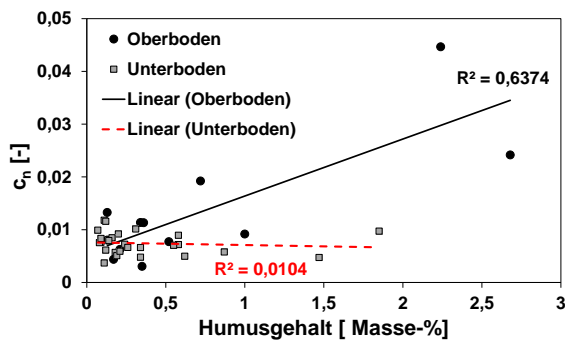


Abb. 4: Gegenüberstellung des Kompressibilitätsindex (Mittel aus fünf Messungen) und des Humusgehalts für Reinsande, in Oberboden (10cm) und Unterboden (30, 50, 70 cm). Daten aus Grünland-, Röhricht- und Wattprofilen.

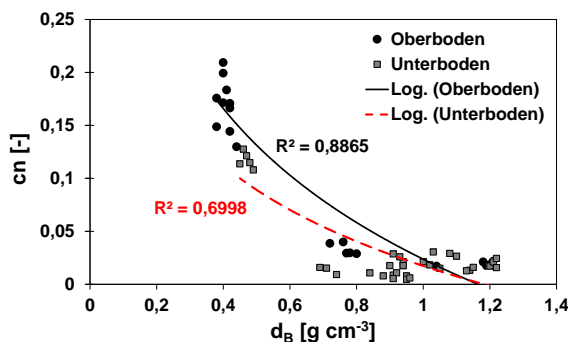


Abb. 5: Gegenüberstellung des Kompressibilitätsindex und der Lagerungsdichte für Tone, in Oberboden (10cm) und Unterboden (30, 50, 70 cm). Daten aus Grünland-, Röhricht- und Wattprofilen.

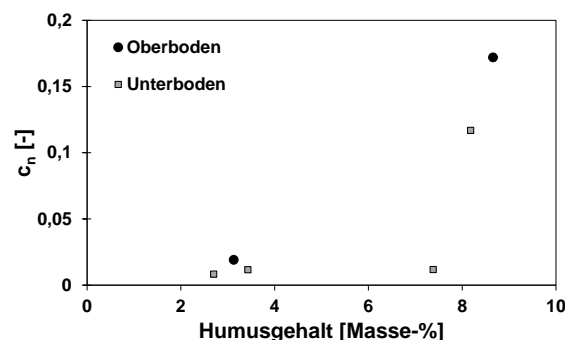


Abb. 6: Gegenüberstellung des Kompressibilitätsindex (Mittelwert aus fünf Messungen) und des Humusgehaltes für Tone, in Oberboden (10cm) und Unterboden (30, 50, 70 cm). Daten aus Grünland-, Röhricht- und Wattprofilen.

Diskussion

In den untersuchten Reinsanden liegt der Kompressibilitätsindex bei Lagerungsdichten von $> 1,3 \text{ g cm}^{-3}$ unter 0,02 und steigt erst bei weiter abnehmender Lagerungsdichte auf Werte bis 0,08. Der Humusgehalt hat hier nur im Oberboden einen Einfluss auf den c_n -Wert und somit auf die Bodenstabilität. Im Unterbo-

den konnte auch bei höheren Humusgehalten keine Zunahme der aus dem c_n -Wert abzuleitenden Bodenstabilität nachgewiesen werden.

In den untersuchten Reinsanden wird die Korrelation zwischen Kompressibilitätsindex und Lagerungsdichte mit zunehmender Tiefe schwächer, was durch den anthropogenen Auftrag des Sandes (Spülflächen) bedingt sein kann.

In den untersuchten Tönen ist der Kompressibilitätsindex insgesamt höher als in den Reinsanden, was auf eine geringere Stabilität der Tone gegenüber zyklischer Belastung deutet. Wie auch schon bei den Reinsanden kommt es zu einem Anstieg des Kompressibilitätsindex mit abnehmender Lagerungsdichte, was auf die geringere Bodenentwicklung der Tone zurück zu führen ist. Insgesamt ist in den untersuchten Tönen die Korrelation zwischen Kompressibilitätsindex und Lagerungsdichte sowohl im Ober- als auch im Unterboden besser als bei Reinsanden.

Schlussfolgerung

Der Kompressibilitätsindex kann als Maß für die Stabilität gegenüber zyklischer Belastung verwendet werden. Unter zusätzlicher Berücksichtigung von Textur und Tiefe können Humusgehalt und Lagerungsdichte als Parameter in eine Pedotransferfunktion zur Abschätzung der Uferstabilität gegenüber schiff-induziertem Wellenschlag einfließen.

Literatur

FÜHRBÖTER, A. (1991): Wellenbelastung von Deich- und Deckwerksböschungen. Jahrbuch der Hafenbautechnischen Gesellschaft 46: 225-282.

PETH, S., HORN, R. (2006): The mechanical behaviour of structured and homogenized soil under repeated loading. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 169, S. 401-410.